



LAS MÁQUINAS SEMBR

Las sembradoras a chorrillo poseen gran facilidad de uso. La rueda de apoyo acciona la caja de transmisión situada sobre ella, con la cual se puede regular el giro de los dosificadores (Gil GT Multisem).

En este amplio artículo los autores hacen una detallada definición de los tipos de máquinas sembradoras y su funcionamiento.

■ Constantino Valero

Dr. Ingeniero Agrónomo
cvalero@iru.etsia.upm.es

■ Jaime Ortiz-Cañavate

Catedrático ETSI Agrónomos Madrid

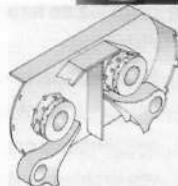
Ela siembra consiste en la colocación en el terreno de cultivo de las semillas en las condiciones requeridas para su desarrollo.

En general, hay varias formas de realizar la siembra:

a) **A voleo** (distribución al azar de las semillas sobre toda la superficie del terreno).

b) **En líneas o a chorrillo** (colocación aleatoria de las semillas en un surco, cubriéndolas, para dar líneas definitivas). Puede ser en una anchura de 1 cm o en fajas o bandas de 6-8 cm.

c) **A golpes** (colocación de grupos de semillas a distancias



Detalle de la rueda dentada dosificadora de una sembradora a chorrillo, y las lengüetas de apertura. Se pueden montar sistemas de doble distribuidor de semilla y abono (Solano Horizonte SDT).

definitivas, en líneas).

d) **Monograno** (colocación precisa de semillas individuales a distancias definitivas, en líneas). Este tipo de sembradoras se puede denominar "de precisión", si superan el nivel establecido en el ensayo.

La finalidad en todos los casos es establecer una densidad superficial de plantas óptima, y el espaciamiento adecuado, desde los puntos de vista agronómicos y económicos. La densidad de plantas y el espaciamiento vienen definidos por: clase de cultivo, tipo de suelo, fertilidad del suelo, humedad disponible (eventualmente, riego), efecto del espaciamiento en la línea y entre líneas sobre la facilidad y el coste de las operaciones: aclareo, control de malas hierbas, cultivo y recolección.

La clave de una sembradora: dosis de siembra. Las máquinas sembradoras tienen la misión de colocar en el terreno (en diferentes con-

ADORAS

diciones) las más diversas clases de semillas sin dañarlas; en general, la siembra la realizan en líneas, a una profundidad uniforme, pero diferente para cada semilla y condiciones distintas (normalmente, entre 1 y 8 cm). Debe ser posible la regulación de las diferentes dosis de siembra (1 a 250 kg/ha) con la mínima variabilidad, tanto entre zonas dentro de la línea como entre las líneas. Para determinados cultivos, con una densidad de plantas definitiva entre 70.000 y 150.000 por hectárea (remolacha, maíz, hortalizas), se exige la siembra de precisión, a una distancia entre 2 y 15 cm. Se exige también a las máquinas sembradoras gran velocidad, así como su enganche y utilización por una sola persona. En la **Tabla 1** se dan algunas propiedades de diferentes semillas.

Tipos de sembradoras.

■ Sembradoras a voleo

La siembra a voleo es apropiada para semillas pequeñas y, especialmente, para prateses. Estas sembradoras suelen ser de construcción muy simple, distinguiéndose dos tipos: centrifugas y de descarga libre.



Las sembradoras en línea neumáticas consiguen mayor homogeneidad de siembra que las de chorrillo. La rueda de radios a la derecha de la máquina acciona el dosificador (Amazone Ad-Profi)

De las primeras existen tipos manuales, y también para montaje al tractor, idénticas a las abonadoras centrifugas. Se puede obtener con estas máquinas distintos tipos de distribución superficial, tanto de la semilla (p. ej. arroz), como de cualquier producto granulado.

Las sembradoras de descarga libre son análogas, en cuanto a sus órganos distribuidores se refiere, a las sembradoras en líneas (ver más adelante), sólo que al final dejan caer la semilla libremente a poca altura, en vez de introducirla en el terreno a través de la bota de siembra. Van provistas generalmente,

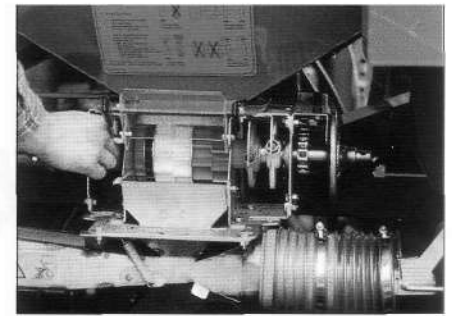
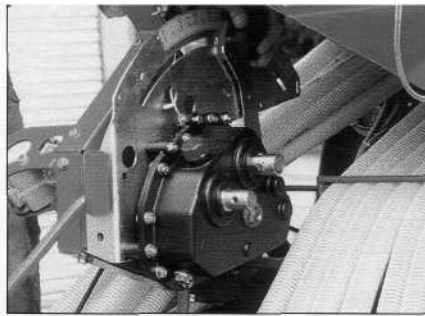
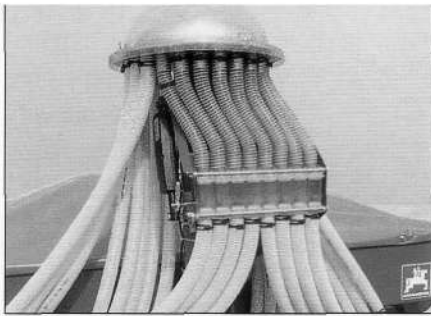
en su parte posterior, de una grada de púas o de rodillos, para enterrar ligeramente la semilla. En ocasiones, una misma máquina va provista de dos tolvas para semillas diferentes, incluso una con la sembradora en líneas y otra a voleo (siembra de pradera mixta gramínea-leguminosa, respectivamente). Otros dos tipos, totalmente distintos, de siembra a voleo son:

—**Siembra aérea** (realizada con aviones con los mismos equipos utilizados para el abonado). Se utiliza en grandes parcelas con mal acceso para las máquinas como es el caso del cultivo del arroz.

TABLA 1: PROPIEDADES FÍSICAS Y DATOS AGROTÉCNICOS DE DIFERENTES SEMILLAS

Tipo de semilla	Dimensiones			Masa de 1000 granos(g)	Densidad (kg/dm ³)	Número de granos por litro	Ángulo de rozamiento interno	Densidad de siembra (kg/ha)	Distancia en la línea (cm)	Profundidad de siembra (cm)
	Longitud (mm)	Anchura (mm)	Espesor (mm)							
Trigo (*)	5,0-8,6 (6,8)	1,6-4,6 (3,1)	1,5-3,5 (2,5)	25-50 (37,5)	0,72-0,80 (0,76)	17400-22200 (20000)	30-33° (35)	100-200	10-15	2,5-5
Cebada	7,0-13,5 (10,2)	2,5-5,0 (3,8)	1,5-3,0 (2,3)	30-50 (38)	0,58-0,68 (0,64)	14500-17800 (16000)	34-40° (37)	100-160	10-15	3,5
Avena	8,5-20 (14,3)	2,0-3,5 (2,8)	1,0-2,6 (1,8)	14-34 (24)	0,4-0,5 (0,45)	17000-20000 (18500)	34-43° (38)	140-180	10-15	3,5
Centeno	5,0-10 (7,5)	1,5-3,5 (2,5)	1,5-3 (2,3)	26-50 (38)	0,68-0,74 (0,71)	17700-22800 (21000)	32-36° (34)	100-180	10-15	2,3
Judías	10-18	8-12	5-12	300-520	0,75-0,84		32°			
Guisantes	6,6-8,6	5,6-7,9	4,7-7,3	70-250	0,74-0,84	8000-12000	28-34°	120-280	20-35	3-8
Maíz	10-20	5-12	2-5	100-200	0,65-0,75	4300	31°	10-25	60-70	4-8
Alfalfa	1,7-2,8	1,2-2,0	0,8-2,8	1,4-2,8	0,80	430000	33°	6-25	15-30	1-2
Glómérulos de remolacha	6,5-8,5	5,5-8,0	5-7	15-30	0,65	5000-10000	45°	20-30	40-50	1,5-4

(*) Los números entre paréntesis son valores medios



Detalle de la cabeza distribuidora soplante, la caja de transmisión continua y las ruedas de dosificación de una sembradora neumática en líneas (Amazona AD-P).

-Hidrosiembra (por medio de chorros de agua mezclada con materiales adherentes). Se utiliza especialmente en la siembra de taludes, para su contención.

■ Sembradoras en líneas

En la siembra en líneas, la máquina debe realizar las siguientes operaciones o fases: abrir el surco, dosificar, enterrar y comprimir la semilla

La apertura del surco donde se va a depositar la semilla se realiza por medio de rejas asurcadoras o cuchillas circulares. Las rejas se adaptan bien a los suelos en buenas condiciones. Sus desventajas son el que no penetran bien en suelos endurecidos y se atascan con las hierbas o restos vegetales. Las cuchillas circulares o discos trabajan satisfactoriamente en toda clase de condiciones de suelo, y mejoran, pulverizándolo, el terreno en la línea. Sus desventajas son el que no colocan la semilla a una profundidad tan uniforme como las anteriores, y su mayor complejidad de construcción y mantenimiento, lo que repercute en un coste más elevado. Se utilizan de forma generalizada en las máquinas de siembra directa.

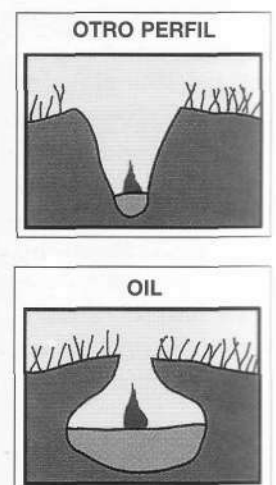
Las rejas van montadas al bastidor por medio de una articulación de forma que van siguiendo la superficie del terreno, y son capaces de elevarse por encima de un obstáculo. La carga necesaria de las rejas sobre el suelo puede conseguirse por medio de pesos colocados sobre ellas, aunque generalmente van provistas de resortes regulables entre 20 y 60 N. Las máquinas de siembra directa requieren de un gran peso para que las rejas dispongan de grandes fuerzas de penetración.

La dosificación y depósito de la semilla en el suelo se realiza por medio de los órganos distribuidores y de los tubos de caída. Según el mecanismo dosificador, pueden distinguirse dos tipos de sembradoras: a chorrillo y neumáticas.

Las sembradoras a chorrillo van provistas de un elemento dosificador giratorio por cada línea de siembra y todos ellos van montados sobre un mismo eje. Estos dosificadores pueden ser de dos tipos: de rodillo acanalado, o de rueda dentada. Su regulación consiste en la traslación lateral del rodillo (dejando más o menos volumen de acanaladuras libre para el paso de la semilla). La semilla es guiada a la parte inferior de la tolva sobre una lengüeta o chapa de abertura regulable en función de la dosis y del tipo de semilla. Las ruedas dentadas pueden ser intercambiables para distintos tamaños de semilla. Existen también sembradoras provistas de dos ruedas de siembra, una fina y otra gruesa, fijas, pudiéndose utilizar a voluntad una u otra accionando una palanca. La regulación de la velocidad de giro del sistema distribuidor se realiza por cambio de engranajes o con un mecanismo de cambio continuo de velocidades. Pueden existir además un embrague para el acoplamiento a voluntad del eje distribuidor, y dispositivos para cerrar el paso de semilla a una o varias botas de siembra (por ejem-

plo, para marcar las rodadas futuras para que pueda pasar el tractor realizando un abonado nitrogenado de cobertura o dando un tratamiento fitosanitario): marcado de rodadas, el cual se realiza cada cierto número de pasadas (p.ej. 4 si la sembradora es de 3 m de ancho y la anchura útil de la abonadora es de 12 m).

En las sembradoras en líneas neumáticas, la semilla es dosificada en un solo cilindro o rodillo situado debajo de la tolva, a cuya salida es recogida por una corriente de aire y llevada a una cabeza distribuidora de plástico transparente; ésta va colocada sobre un difusor (tubo ondulado) y distribuye la semilla a los tubos de descarga colocados radialmente. La mayor ventaja de este tipo de sembradoras es su peso relativamente bajo, para anchuras de siembra considerables. Por último la semilla cae al suelo a través de unos tubos de descarga que terminan en las rejas. Estos tubos de descarga pueden ser telescópicos (generalmente de plástico) o en espiral metálicos, con objeto de poder acortarse o alargarse, adaptándose a las irregularidades del terreno.



En algunas sembradoras a chorrillo para siembra directa se emplean rejas en T invertida para abrir el surco, en lugar de discos. Con ello se consigue mayor protección a la semilla (Gil SNL).

Las sembradoras en líneas actuales van normalmente suspendidas en los tres puntos del tractor y en algunos casos de equipos combinados van montadas sobre el equipo de laboreo.

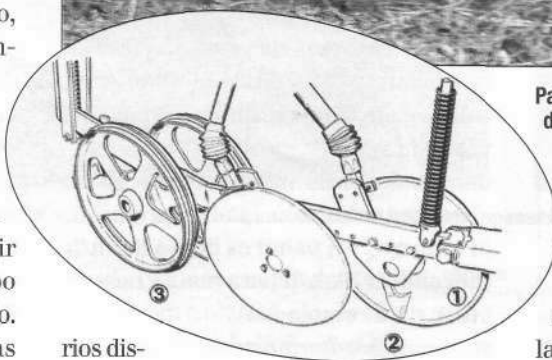
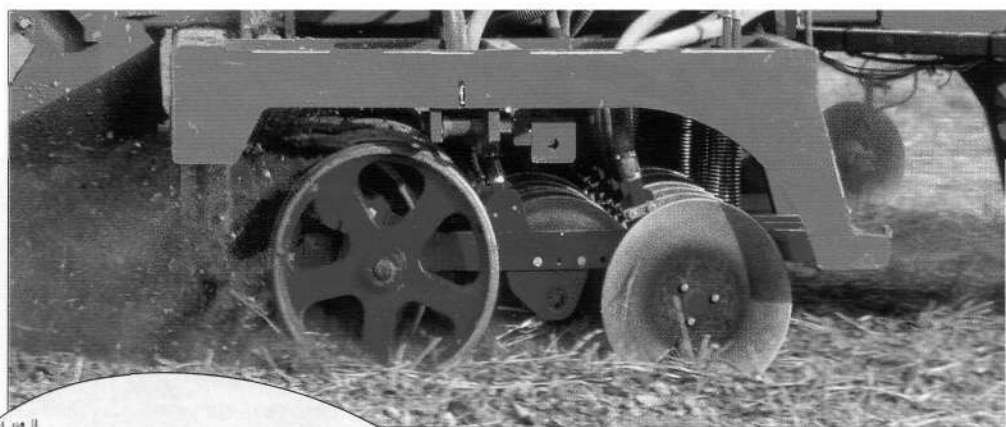
Para **enterrar** la semilla, la propia reja asurcadora crea el efecto de enterrado, aunque pueden existir rejas adyacentes, cadenas, rastras, etc.

La función de **comprimir** el suelo alrededor de la semilla, para favorecer el aumento de la humedad a su alcance, se realiza por medio de rodillos compresores que pueden revestir distintas formas, dependiendo del tipo de semilla, de la profundidad y del suelo. Son más usuales en las sembradoras de precisión pudiendo ser sustituida su función en las sembradoras en líneas por rodillos o barras compresoras.

La **tolva** de la semilla debe ser de fácil llenado, vaciado y limpieza. Un dispositivo agitador asegura la alimentación continua de semilla. Desde la tolva, la semilla desciende a través del mecanismo dosificador por las conducciones y la reja hasta del suelo. Todos los componentes están colocados sobre un bastidor provisto de un sistema de rodadura, que sirva a la vez de accionamiento (accionamiento desde el suelo). Se utilizan en general ruedas de goma, aunque en algunos casos pueden ser metálicas. La anchura de siembra suele ser de 2 a 4 m en los tipos normales, y mayores en las sembradoras centrífugas y neumáticas.

■ Sembradoras a golpes y monograno (de precisión).

No existe una diferencia clara entre las sembradoras a golpes y las sembradoras de precisión. Aunque sus objetivos son perfectamente distinguibles – en la siembra a golpes se pretende depositar grupos de semillas a distancias bastante uniformes, mientras que en la monograno o de precisión se busca colocar semillas individuales a distancias exactas unas de otras –, el hecho es que, cambiando los platos de distribución se puede conseguir depositar un grupo de semillas o una sola y la uniformidad de distancias nunca es perfecta, sino que se establece su precisión según crite-



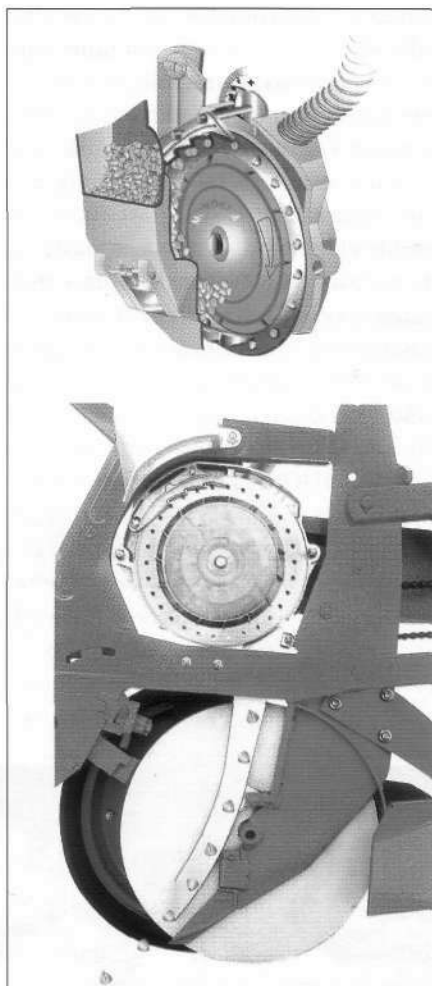
Para siembra directa es usual emplear pesadas y robustas máquinas con discos de apertura de surco (1), una pequeña reja-bota para depositar la semilla (2) y ruedas compactadoras (3) para cerrarlo (Sulky Unidrill)

rios distintos.

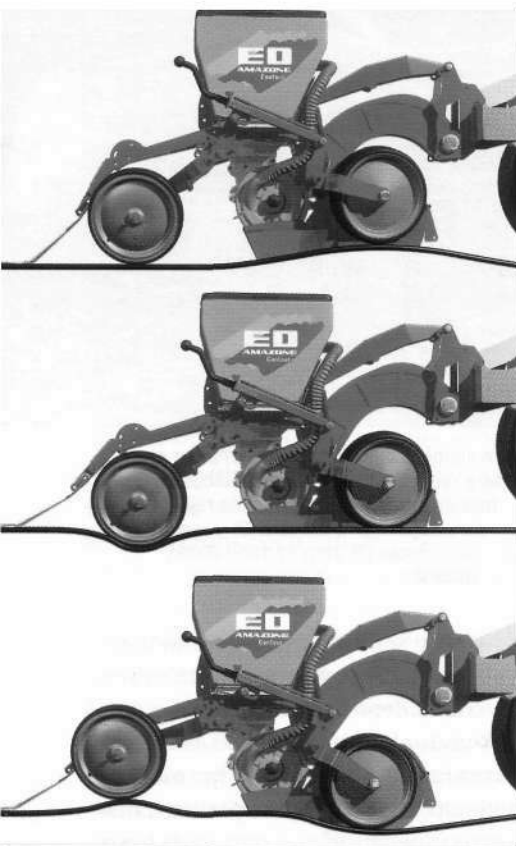
En general se denominan sembradoras a golpes las empleadas en los culti-

vos de semilla gruesa, como maíz, algodón y leguminosas para grano, las cuales depositan un grupo de semillas (golpe) a unas distancias de uniformidad aceptable. En el tipo más tradicional, constan de recipientes cilíndricos independientes para cada línea, en cuyo fondo gira un disco horizontal con corona de muescas o plato de alveolos. El tubo de caída está situado en un punto de la periferia del disco. La semilla entra por gravedad en las escotaduras. Encima del orificio de salida existen dos pequeñas piezas o gatillos con muelles. El primer gatillo o “cepillo” sirve para enrasar y barrer cualquier semilla mal colocada en el alvéolo, con objeto de que no se parta o deteriore. El segundo gatillo empuja a las semillas, forzándolas a caer por el tubo. Las sembradoras monograno o de precisión deben depositar los granos uno a uno y a distancias precisas. Trabajan siempre en una sola línea, por lo que en su montaje ha de guardarse una distancia entre líneas adyacentes de al menos 25 cm. Para distancias menores han de montarse los cuerpos en dos filas. La clasificación de las sembradoras monograno puede realizarse según el principio de funcionamiento: *mecánicas y neumáticas*.

■ Las sembradoras monograno hasta hace unos pocos años eran de tipo mecánico. El elemento de siembra puede ser un disco perforado o llevar en su periferia unos alvéolos o escotaduras. Las perforaciones o escotaduras de los discos se adaptan al tamaño y forma de las semillas a emplear, así como a la dis-



El sistema de dosificación de cada cuerpo de una sembradora monograno neumática asegura el depósito de las semillas una a una, y a intervalos constantes (Monosem NG Plus).



En las modernas sembradoras de precisión, las ruedas de apoyo de los cuerpos pueden bascular para adaptarse al terreno y conseguir profundidad de siembra constante (Amazone ED Contour)

tancia de siembra. Además de las sembradoras ya mencionadas de disco horizontal, existen las de plato inclinado y de plato vertical. La menor altura de caída se consigue con el disco vertical, aumentando generalmente en el caso de disco inclinado y más aún cuando éste es horizontal. También pueden estar constituidos por una banda o correa perforada en cuyos orificios encajan las semillas. La semilla entra en la cámara de siembra a través de un orificio, A, procedente de la tolva. La correa se mueve en sentido contrario al de avance de la máquina, con objeto de conseguir que la velocidad relativa de la semilla con respecto al suelo sea prácticamente nula. Por último citaremos a

las de cucharillas utilizadas sobre todo en parcelas de ensayo.

Hay que tener en cuenta que el mejor sistema para minimizar fallos y golpes dobles es la elección del disco adecuado. Son siempre más exactas las sembradoras con platos distribuidores de gran diámetro, de velocidad periférica pequeña, y si es posible, con velocidad relativa nula respecto al suelo. La velocidad de avance de estas sembradoras influyen también en su precisión: al aumentar la velocidad, la precisión disminuye. Lo usual es de 3 a 6 km/h (llegando a 7 km/h para maíz y hasta 8 km/h para remolacha).

■ Las sembradoras neumáticas utilizan un sistema de aspiración de aire para el llenado de las celdillas, las cuales deben ser obligadamente de menor tamaño que las semillas. Por medio de esta aspiración quedan varias semillas adheridas a un alveolo, permaneciendo posteriormente una sola pegada a él mediante la acción de un dispositivo enrasador, hasta que al llegar a una zona en que no existe dicha depresión (parte inferior del disco de siembra), cae libremente al fondo del surco. Las ventajas de este sistema son: su adaptación a cualquiera que sea la forma de las semillas, que son manipuladas con una gran suavidad y que permite incrementar la velocidad de siembra.

Datos útiles. La necesidad media de potencia es, para el tractor, de 5 a 7,5 kW (8-10 CV) por metro de anchura. La capacidad de la tolva de las sembradoras de precisión es de entre 4 y 8 litros en las de plato vertical, 8-15 l para plato inclinado, y unos 15-18 l en las de plato horizontal. Para la siembra de

remolacha y hortalizas es una capacidad más que suficiente. Sin embargo, en el caso del maíz, capacidades de menos de 10 litros hacen aumentar mucho los tiempos accesorios de llenado de la tolva. En el caso de sembradoras a chorrillo se debe exigir una capacidad mínima de 100 litros por metro de anchura de siembra (que corresponde aproximadamente a 3.600 m de recorrido en la siembra de 200 kg/ha para una densidad de trigo de 0,72 kg/dm³).

Con 1 litro de semilla puede sembrarse aproximadamente:

■ Semilla de remolacha monogermen mecánica: 1.400 m (0,07 ha, para calles de 0,5 m).

■ Semilla de remolacha monogermen empiladora: 1.000 m (0,05 ha).

■ Maíz: 400 m (0,03 ha, para calles de 75 cm).

Las condiciones que se deben reunir para que pueda conseguirse una siembra de precisión son entre otras las siguientes:

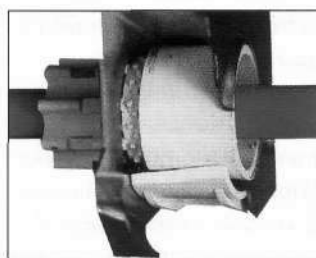
■ Las semillas deben ser de tamaño uniforme; lo ideal es que sean esféricas.

■ Los alveolos, orificios o muescas de los platos distribuidores deben ser del tamaño correspondiente a la semilla.

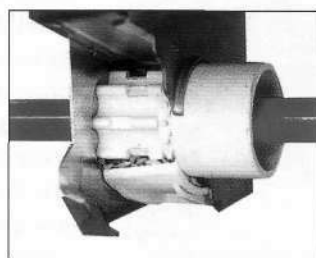
■ Las semillas deben tener tiempo suficiente para colocarse en los alveolos, para lo cual es importante que la velocidad periférica del plato no sea excesiva.

■ Debe haber un buen gatillo o "cepillo", con objeto de evitar siembras múltiples, y barrer las semillas mal colocadas, para que no se partan o deterioren.

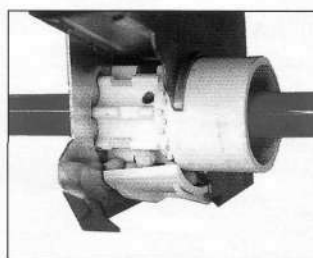
■ Debe existir un sistema positivo de eyección de las semillas, de modo que



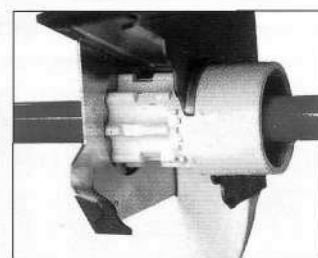
Semilla pequeña.



Semilla normal.

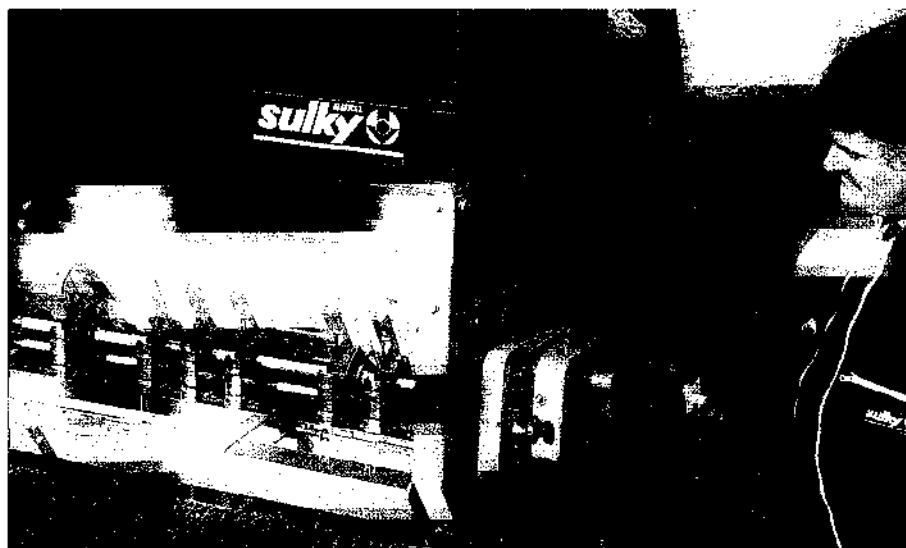


Semilla grande.

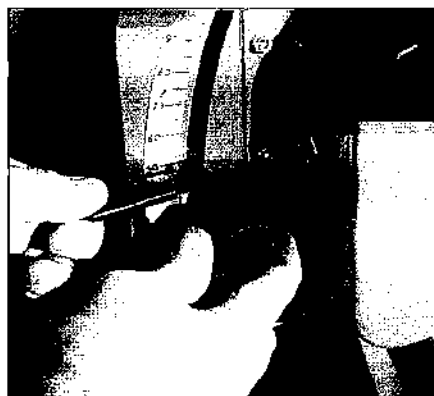


Vaciado rápido.

Para regular del dosificador según el tipo de semilla basta con desplazarlo a lo largo de su eje, y abrir más o menos la trampilla (Solá)



Para calibrar la dosis basta con hacer funcionar la máquina a lo largo de una superficie conocida y pesar la semilla recogida (Sulky).



las fuerce a caer por el tubo de salida.
 ■ El tubo de caída debe ser corto, liso, recto y debe terminar en la proximidad del fondo del surco, con objeto de que no se retrase la semilla durante la caída. (Por ejemplo, sembrando a la velocidad de 5km/h con un espaciamiento de 5 cm, si una semilla se retrasa 1/30 s al caer, será alcanzada por la semilla siguiente).

■ Las semillas deben situarse a la profundidad establecida y no deben desviarse apreciablemente por rebote o por rodar en el surco.

Regulaciones. Las regulaciones en las sembradoras a chorrillo son las siguientes:

■ **Regulación de la dosis de siembra.** La posición del rodillo acanalado, cogiendo las acanaladuras más o menos lon-

gitud, regula la cantidad de semilla distribuida en cada línea junto con la velocidad de giro del eje dosificador. Se consigue variar esta velocidad mediante una palanca de regulación continua, con las posiciones numeradas. Para cada tipo de semilla el fabricante debe indicar la dosis (en kg/ha) correspondiente a cada posición de dicha palanca y la posición de los rodillos y de las lengüetas; en cualquier caso, la dosis debe determinarse del modo más exacto posible por el mismo procedimiento de ensayo utilizado para las máquinas abonadoras. La única diferencia puede presentarse si se desea comprobar la regularidad entre las distintas líneas de siembra, para lo cual se recogerá la semilla separadamente en cada tubo, y la dosis vendrá en función de la suma de la semilla recogida en cada una de

ellas. Si se observan diferencias manifiestas, es necesario revisar el dosificador o dosificadores correspondientes.

■ **Regulación de la profundidad de siembra.** La distancia vertical entre las ruedas de apoyo de la sembradora y las rejas surcadoras determina, para todos los tipos de sembradoras, la profundidad de siembra. Así, por medio del mecanismo (mecánico o hidráulico) de elevación se ajusta la profundidad. Este ajuste puede no ser suficiente en los casos de terrenos muy secos y/o duros. En estos casos ha de actuarse sobre el resorte de presión de que suele ir provista cada una de las rejas surcadoras.

■ **Regulación de la distancia entre líneas de siembra.** Se consigue por la posición de las rejas abridoras en sentido lateral; éstas deben ser trasladables a lo largo de sus soportes transversales en el bastidor, en general por medio de abrazaderas y tornillos, con posicionamiento continuo o discontinuo. Existe también la posibilidad de anular, por medio de trampillas, la línea o líneas requeridas.

En las sembradoras monograno o de precisión, para variar la distancia de siembra podemos cambiar el plato distribuidor, la relación de transmisión o bien cambiar la rueda de accionamiento (lo cual es muy poco frecuente). En general, los manuales de las máquinas indican estas distancias teóricas para los platos que suministran, pero es frecuente el tener que utilizar platos diferentes, por la gran variabilidad de las semillas en forma y tamaño.

Mercado de sembradoras en España

■ Sembradoras a chorrillo:

las sembradoras mecánicas han pasado de 2700 unidades en el año 2000 a un total de 2000 unidades en el 2002 y un ligero incremento hasta 2200 en el 2003.

■ Sembradoras monograno:

algo similar ocurre con las sembradoras monograno, ya que las mecánicas han pasado de 925 unidades en el año 1998 a las 800 del 2002 y, sin embargo, las neumáticas empezaron con 500 máquinas en 1998 para crecer de forma constante hasta las 700 del 2002 y las 800 de 2003.

■ Sembradoras de siembra directa:

se empezó con un volumen estimado de 80 máquinas en 1998, para pasar a 210 en 2002 y 230 en 2003.

■ Plantadoras de patatas:

se mantiene un mercado más o menos estable en el entorno de 250 máquinas anuales.

■ Trasplantadoras:

se empezaron a considerar en la Comisión del año 2000 con una estimación de 1500 máquinas, cifra que se mantuvo en los años siguientes. Para el 2003 se prevé un aumento del 10%.

Fuente: ANSEMAT